

# **ANALISIS SETTING SISTEM RELE DIFFERENSIAL SEBAGAI PROTEKSI PADA TRANSFORMATOR DAYA 6 MVA DI PLTA SIMAN**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada Jurusan  
Teknik Elektro Fakultas Teknik**

**Oleh:**

**HARUN AGENG PRIBADI**

**D 400 140 018**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2018**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**ANALISIS SETTING SISTEM RELE DIFFERENSIAL SEBAGAI  
PROTEKSI PADA TRANSFORMATOR DAYA 6 MVA DI PLTA SIMAN**

**PUBLIKASI ILMIAH**

oleh:

**HARUN AGENG PRIBADI**

**D 400 140 018**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



**Aris Budiman, S.T. M.T.**

**NIK.885**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**ANALISIS SETTING SISTEM RELE DIFFERENSIAL SEBAGAI**  
**PROTEKSI PADA TRANSFORMATOR DAYA 6 MVA DI PLTA SIMAN**

**OLEH**  
**HARUN AGENG PRIBADI**

**D 400 140 018**

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji**  
**Fakultas Teknik Progam Studi Teknik Elektro**  
**Universitas Muhammadiyah Surakarta**  
**Pada hari Kamis, 26 Juli 2018**  
**dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

**Dewan Penguji:**

- 1. Aris Budiman, S.T., M.T**  
**(Ketua Dewan Penguji)**
- 2. Tindyo Prasetyo**  
**(Anggota I Dewan Penguji)**
- 3. Umar, ST. MT.**  
**(Anggota II Dewan Penguji)**

(.....)  
(.....)  
(.....)

**Dekan,**

  
**Ir. Sri Sunarjono, M.T, Ph.D**  
**NIK. 682**



## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

**Surakarta, 26 Juli 2018**

Penulis



**HARUN AGENG PRIBADI**

**D 400 140 018**



# ANALISIS SETTING SISTEM RELE DIFERENSIAL SEBAGAI PROTEKSI PADA TRANSFORMATOR DAYA 6 MVA DI PLTA SIMAN

## Abstrak

Transformator tenaga merupakan peralatan tenaga listrik yang memiliki fungsi sebagai penyalur tenaga listrik dari tegangan tinggi menuju tegangan rendah atau dari tegangan rendah ke tegangan tinggi. Sangat penting dilakukan perlindungan terhadap transformator daya, perlindungan terhadap gangguan-gangguan yang berpengaruh terhadap kehandalan dalam proses distribusi energi listrik ke beban. Gangguan tersebut bisa diminimalisir bahkan di atasi dengan menggunakan sistem proteksi. Salah satu sistem proteksi yang ada yaitu rele diferensial. Rele diferensial adalah salah satu proteksi yang di gunakan pada transformator tenaga saat terjadi gangguan. Rele ini bekerja dengan membandingkan arus yang masuk dan keluar. Rele akan mendeteksi adanya gangguan dan memerintahkan pemutus tenaga (PMT) untuk membuka (*trip*). Sistem proteksi yang baik ditunjang oleh *setting* yang tepat pada rele diferensial guna mencegah terjadinya kegagalan proteksi dan meningkatkan kehandalan dari sistem transmisi. Metode yang digunakan untuk menentukan *setting* rele diferensial yaitu dengan mencari data sekunder di PLTA Siman dan mencari referensi jurnal yang sesuai dengan penelitian yang dilakukan. Seluruh data yang didapat kemudian digunakan sebagai dasar perhitungan matematis secara manual. Dari hasil perhitungan diperoleh rasio CT dari sisi primer 70kV adalah 60:2 A sedangkan pada sisi sekunder 6kV adalah 600:2 A. Dari perhitungandi peroleh arus *setting* rele diferensial sebesar 0,279 A. Pada arus gangguan 2000 A diperoleh nilai arus sebesar 1,781 A. Karena arus *setting* lebih kecil dari arus diferensial maka rele tersebut akan memeruntahkan PMT untuk putus. Sedangkan pada gangguan 1000 A diperoleh nilai arus sebesar 0,081 A, rele diferensial tidak aktif karena asrus *setting* lebih besar dari arus diferensial.

**Kata Kunci:** transformator tenaga, sistem proteksi, rele diferensial, sistem transmisi.

## Abstract

The power transformer is electric power equipment that has the function as a power supply from high voltage to low voltage or from low voltage to high voltage. It is important to protect against power transformers, protection against disturbances that affect reliability in the process of distributing electrical energy to load loads. The disturbance can be minimized even in overcome by using protection system. salah one existing protection system that is defferential release. Rele defferential is one of the protection that is used on the power transformer during interference. This rele works by comparing the incoming and outgoing currents. Rele will detect any interference and order the power cut (PMT) to open (*trip*). A good protection system is supported by the proper setting of differential releases to prevent the failure of protection and increase the reliability of the transmission system. The method used to determine the defferential release setting is by searching secondary data in PLTA Siman and looking for journal references in accordance with the research done. All data that can then be used as a basis for mathematical calculations manually. From the calculation results obtained the ratio of CT from the primary side of 70kV is 60: 2 A while on the secondary side 6kV is 600: 2 A. From perhitungandi obtain current setting rele differential equal to 0.279 A. In the current disturbance 2000 A in obtaining the current value of 1.781 A Since the current setting is smaller than the differential current then the release will discharge the PMT to break. Whereas in the 1000 A interference obtained by the current value of 0.081 A, the rele differential is inactive because the setting is greater than the differential current.

**Keywords:** power transformer, protection system, differential release, transmission system.

## 1 PENDAHULUAN

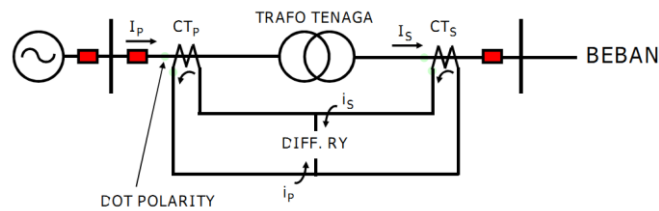
Aliran listrik merupakan hal yang sangat berperan bagi masyarakat. Kebutuhan listrik saat ini pun semakin besar, oleh karena itu negara berkewajiban menyediakan listrik bagi masyarakat. Perkembangan ilmu pun juga mempengaruhi dunia industri khusus nya pada dunia kerja yang semakin banyak membutuhkan pasokan listrik, ketersediaan listrik pun harus di sertai dengan pembangkit yang bagus, sistem tenaga listrik memiliki tiga bagian utama yang antara lain adalah pembangkit, sistem transmisi dan sistim distribusi.

Transformator daya adalah suatu peralatan listrik yang berfungsi sebagai pemindah tegangan listrik bolak-balik primer ke sekunder berdasarkan prinsip induksi magnetik sehingga dapat menaikkan atau menurunkan tegangan (Alvian, 2014). Dalam operasi pada penyaluran tenaga listrik transformator dapat dikatakan sebagai jantung dari transmisi dan distribusi(Armi Yudha, 2012). namun dalam hal ini transformator seringkali mengalami gangguan-gangguan ketika saat beroperasi.

Terdapat 2 gangguan yang sering terjadi pada transformator, gangguan internal dan gangguan eksternal. Transformator sangat rentan terhadap suatu gangguan, maka sangat diperlukan pengaman-pengaman pada transformator sesuai dengan kebutuhannya. Transformator daya berkapasitas besar memiliki kapasitas akan memiliki pengaman yang lebih kompleks dibandingkan dengan transformator distribusi yang memiliki kapasitas lebih kecil. Rele proteksi merupakan pengaman pada transformator daya. Penambahan pengaman rele proteksi pada transformator daya dilakukan peralatan/system lebih aman sehingga kerugian akibat gangguan dapat dihindari atau dikurangi sekecil mungkin (El-Bages, 2011). Sistem proteksi pada transformator tenaga digunakan sebagai pengaman saat terjadi suatu gangguan external maupun internal, serta untuk menjaga keamanan serta kehandalan saat terjadi proses penyaluran energi listrik agar dapat terpenuhi dan minim terjadinya suatu gangguan. Rele defferensial merupakan peralatan pengaman yang dapat di gunakan pada sistem proteksi

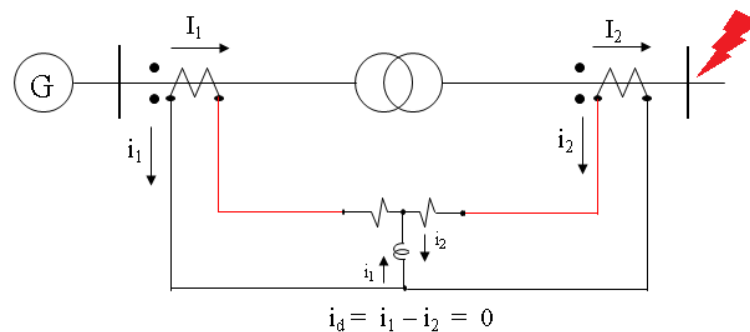
Rele defferensial menjadi proteksi utama pada transformator tenaga saat mengalami suatu gangguan atau terjadi hubung singkat di bagian internal pada transformator, rele differensial bekerja dengan cara membandingkan arus yang masuk dengan arus yang keluar pada zonanya (Arun, 2001). Rele defferensial bekerja berdasarkan hukum kirchoff, dengan perbandingan jumlah arus yang masuk pada sisi primer hasilnya sama dengan arus yang keluar pada sisi sekunder . Rele diferensial akan bekerja saat terdapat gangguan pada daerah pengaman yang dibatasi oleh trafo arus atau CT. Rele differensial lebih efektif untuk menangani gangguan internal transformator (Raju, 2012).

Gambar di bawah ini merupakan kondisi di saat gangguan internal pada transformator daya.



Gambar 1. Gangguan internal pada transformatr daya

Gangguan yang terjadi didalam arah arus akan berubah menjadi salah satu arahnya terbalik, maka terjadi gangguan pada trafo saat mengalami keaddan tersebut. Arus mengalir melalui rele diferensial dari trafo primer menuju trafo sekunder, saat rele mendeteksi adanya perbedaan arus atau gangguan, rele akan langsung bertindak dengan melakukan intruksi pada PMT agar terbuka (Nikhil & Trivedi, 2014).



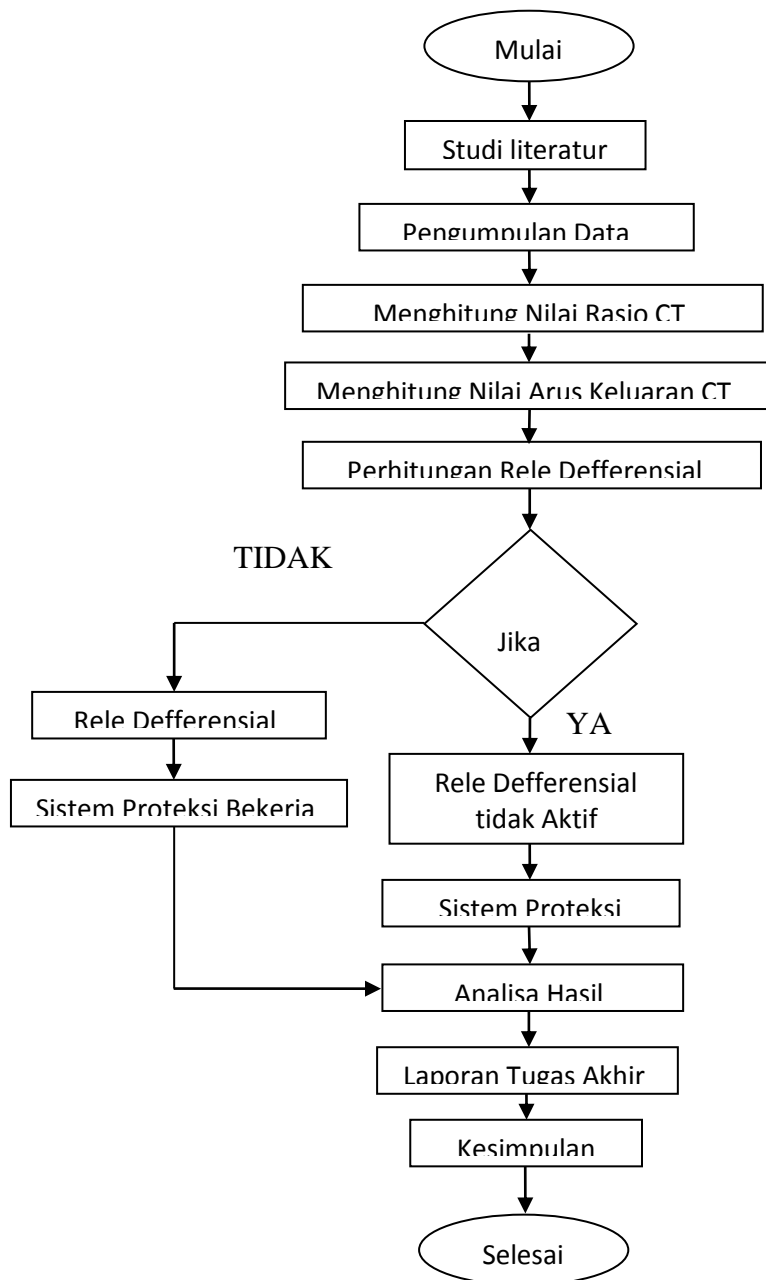
Gambar 2 Gangguan eksternal pada transformator daya

Unit pembangkit PLTA Siman memiliki transformator tenaga yang berukuran 6 MVA, transformator disalurkan menuju sistem distribusi yang selanjutnya akan diteruskan atau di distribusikan menuju konsumen. Transformator tersebut juga di dukung dengan proteksi rele diferensial agar dapat bekerja dengan baik. Pengaturan secara tepat pada rele diferensial harus dilakukan untuk mencegah terjadinya suatu kegagalan proteksi dan meningkatkan kehadalan serta mengurangi presentase terjadinya suatu gangguan pada sistem transmisi tenaga listrik.

## 2 METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian yaitu study literatur sesuai dengan judul yang di ambil kemudian pengambilan data yang di lakukan di PLTA Siman. Pengumpulan referensi dalam bentuk jurnal yang berkaitan dengan judul tugas akhir merupakan langkah awal yang dilanjutkan dengan pengambilan data dari PLTA Siman. Penghitungan arus

nominal serta arus rating pada transformator untuk memperoleh rasio CT yang terpasang pada transformator dilakukan setelah data terkumpul yang dilanjutkan dengan menghitung arus sekunder CT, arus setting diferensial dan arus diferensial,.



Gambar 3. *Flowchart* penelitian

### 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini memperlihatkan data dari penelitian di PLTA Siman dan pembahasan dari hasil perhitungan.



### 3.1 Data

Tabel 1. Data transformator tenaga 1 di PLTA SIMAN

<b>Merk</b>	B&D TRANSFORMER
<b>Nomor Transformator</b>	PX-005-AGCA
<b>Nomor Serial</b>	PX16-0008
<b>Kapasitas Trafo</b>	6 MVA
<b>Teg. pada sisi Primer</b>	70 kV
<b>Teg. pada sisi Sekunder</b>	6 kV
<b>Frekuensi</b>	50 Hz
<b>Impedansi</b>	7.50 %
<b>Sambungan</b>	Ynd5 (koneksi delta bintang)

### 3.2 Perhitungan Matematis

Perhitungan matematis berupa hitungan arus rating dan arus nominal yang digunakan untuk menentukan rasio CT pada trafo tersebut, kemudian menghitung arus sekunder CT, Arus differensial, arus restrain, percent slope, arus setting rele differensial dan gangguan yang ada pada transformator tenaga.

#### 3.2.1 Perhitungan nilai rasio CT

Langkah yang dilakukan untuk menghitung rasio CT pertama adalah menghitung nilai arus rating terlebih dahulu. Nilai rasio CT yang dipilih untuk rele differensial sebaiknya adalah yang mendekati nilai arus *rating* (Sukmawidjaja, 1995). Rumus yang digunakan untuk mencari arus rating:

$$I_{\text{rating}} = 110\% \times I_{\text{nominal}} \quad (1)$$

$$I_{\text{nominal}} = \frac{S}{\sqrt{V}} \quad (2)$$

Keterangan :

$I_{\text{nominal}}$  = Arus Nominal (A)

$S$  = Daya yang Tersalur (kVA)

$V$  = Tegangan pada sisi primer dan sisi sekunder (kV)

Dari persamaan 3 diperoleh perhitungan Arus Nominal pada sisi kedua transformator sebagai berikut :

$$I_{\text{nominal sisi 70 kV}} = \frac{S}{\sqrt{3} \times V} = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 70} = 49,48 \text{ A}$$

$$I_{\text{nominal sisi 6 kV}} = \frac{S}{\sqrt{3} \times V} = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 6} = 577,35 \text{ A}$$

Dari persamaan 2 diperoleh perhitungan Arus Rating pada sisi kedua transformator sebagai berikut :

$$\begin{aligned} I_{\text{rating CT sisi 70 kV}} &= 110\% \times I_{\text{nominal}} \\ &= 110\% \times 49,48 = 54,428 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{\text{rating CT sisi 6 kV}} &= 110\% \times I_{\text{nominal}} \\ &= 110\% \times 577,35 = 635,085 \text{ A} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas diperoleh hasil bahwa Arus Nominal pada transformator sisi primer 70 kV sebesar 49,48 A, Sedangkan pada transformator sisi sekunder 6 kV sebesar 577,35 A. Hasil perhitungan Arus Rating pada sisi primer 70 kV sebesar 54,428 A dan pada sisi sekunder 6 kV sebesar 635,085 A. Berdasarkan perhitungan yang sudah didapat pada kedua sisi transformator, maka pemilihan rasio CT yang dipilih pada sisi tegangan tinggi sebesar 60 : 2 A sedangkan pada sisi tegangan rendah sebesar 600 : 2 A. Pemilihan rasio CT tersebut, apabila trafo pada sisi tegangan tinggi mengalir arus sebesar 60 A maka pada CT terbaca 2 A. sedangkan pada sisi trafo tegangan rendah mengalir arus sebesar 600 A maka pada CT terbaca 2 A. Pemilihan rasio CT sebesar 60 A dan 600 A dikarenakan nilai tersebut hampir mendekati nilai rating arus yang sudah dihitung dan CT rasio tersebut tersedia di pasaran.

### 3.2.2 Pemilihan tap auxiliary

Tap auxiliary merupakan transformator arus bantu yang berguna agar arus sekunder CT pada sisi primer dan sisi sekunder sesuai, auxiliary CT di letakan pada sisi 6kV pada CT yang merupakan sisi yang terhubung data, proses menyamakan fasa dan menghilangkan arus urutan nol dapat dilihat pada gambar 2.

Pada transformator sisi sekunder 6 kV dengan rasio CT sebesar 600 : 2 dengan perhitungan sebagai berikut:

$$I_{(6 \text{ kV})} = \frac{S}{\sqrt{3} \times V} \times 600 = 7000 \text{ A}$$

Arus yang mengalir pada sisi sekunder CT :

$$I_{\text{cts}} = \frac{I_{(6 \text{ kV})}}{300} \times 7000 = 23,3 \text{ A}$$

Karena sisi sekunder CT<sub>s</sub> terhubung delta maka arusnya menjadi :

$$I_{\Delta} = I \times \sqrt{3}$$

$$= 23,3 \text{ A} \times \sqrt{3} = 40,35 \text{ A}$$

Maka dari hasil perhitungan tap auxiliary adalah 40,35 : 2 A

### 3.2.3 Arus sekunder CT (*Current Transformer*)

Adalah arus yang mengalir di sisi keluaran CT

$$I_{\text{sekunder}} = \frac{1}{\text{ratio CT}} \times I_n \quad (3)$$

Arus sekunder CT pada sisi primer 70 kV :

$$I_{\text{sekunder}} = \frac{2}{60} \times 49,48 \text{ A} = 1,649 \text{ A}$$

Arus sekunder CT pada sisi primer 6 kV :

$$I_{\text{sekunder}} = \frac{2}{600} \times 577,35 \text{ A} = 1,924 \text{ A}$$

Jadi dari hasil perhitungan di atas diperoleh arus sekunder CT pada sisi primer 70 kV sebesar 1,649 A dan pada sisi primer 6 kV sebesar 1,924 A.

### 3.2.4 Arus differential / arus operate

Arus *differential* / arus *operate* adalah arus yang diperoleh dari selisih antara arus keluaran CT pada sisi tegangan tinggi dan sisi tegangan rendah.

$$I_{\text{diff}} = I_s - I_p \quad (4)$$

Keterangan :

$I_{\text{diff}}$  = Arus diferensial

$I_s$  = Arus sekunder CT<sub>p</sub> (A)

$I_p$  = Arus sekunder CT<sub>s</sub> (A)

Perhitungan Arus *differential* / arus *operate* adalah sebagai berikut :

$$I_{\text{diff}} = I_s - I_p = 1,924 \text{ A} - 1,649 \text{ A} = 0,275 \text{ A}$$

Arus *differential* / arus *operate* sebesar 0,275 A. Dari hasil inilah nantinya akan dibandingkan dengan arus setting rele differensial.

### 3.2.5 Arus *restrain*

Arus *restrain* dapat diperoleh dengan cara melakukan penjumlahan arus keluaran pada CT primer dengan arus keluaran pada CT sekunder yang selanjutnya dibagi dua.

$$I_{\text{restrain}} = \frac{I_p + I_s}{2} \quad (5)$$

Keterangan :

$I_{\text{restrain}}$  = Arus penahan (A)

$I_p$  = Arus keluaran CT<sub>p</sub> (A)

$I_s$  = Arus keluaran CT<sub>s</sub> (A)

Dengan perhitungan :

$$I_{restrain} = \frac{I_p + I_s}{2} = \frac{1,649 \text{ A} + 1,924 \text{ A}}{2} = 1,786 \text{ A}$$

Arus *restrain* dari perhitungan di atas sebesar 1,786 A. perubahan rasio pada sisi tegangan tinggi dan tegangan rendah yang disebabkan oleh tap trafo mengakibatkan arus *restrain* naik diikuti dengan arus *differential* yang naik juga. Perubahan ini bertujuan agar rele *differential* tidak beroperasi karena dianggap bukan sebuah gangguan.

### 3.2.6 Percent Slope

Perhitungan dari *slope* dapat diperoleh dari pembagi arus diferensial dengan arus *restrain*. *Slope 1* digunakan untuk memastikan kondisi arus differensial dan arus *restrain* sekaligus untuk memastikan sensitifitas rele saat mengalami suatu gangguan internal yang arus gangguannya relatif kecil. *Slope 2* digunakan untuk rele diferensial agar tidak beroperasi saat mengalami gangguan di luar daerah pengaman dengan nilai arus gangguan besar. (Liem Ek Bien, 2007)

$$\text{Slope}_1 = \frac{I_d}{I_r} \times 100\% \quad (6)$$

$$\text{Slope}_2 = \left( \frac{I_d}{I_r} \times 2 \right) \times 100\% \quad (7)$$

Keterangan :

$\text{Slope}_1$  : *Setting* kecuraman 1  $I_d$  : Arus Differensial (A)

$\text{Slope}_2$  : *Setting* kecuraman 2  $I_r$  : Arus *Restrain* (A)

Perhitungan *Slope 1* :

$$\text{Slope}_1 = \frac{I_d}{I_r} \times 100\% = \frac{0,275 \text{ A}}{1,786 \text{ A}} \times 100\% = 15,39 \%$$

Perhitungan *Slope 2* :

$$\text{Slope}_2 = \left( \frac{I_d}{I_r} \times 2 \right) \times 100\% = \left( \frac{0,275}{1,786} \times 2 \right) \times 100\% = 30,8 \%$$

Dari perhitungan diatas diperoleh hasil bahwa  $\text{slope}_1$  senilai 15,39 % dan  $\text{slope}_2$  senilai 30,8 %

### 3.2.7 Arus setting rele differential

Arus *setting* rele *differential* merupakan arus yang dihasilkan dari perhitungan antara *slope* dengan arus *restrain*. Nilai dari arus *setting* rele *differnsial* selanjutnya akan dibandingkan dengan arus *differential*.

$$I_{\text{setting}} = \% \text{Slope} \times I_{\text{restrain}} \quad (8)$$

Keterangan :

$I_{\text{setting}}$ : Arus Setting (A)

$I_{\text{restrain}}$  : Arus Penahan (A)

%*Slope* : *Setting* Kecuraman (%)

Dengan perhitungan Arus *Setting* :

$$I_{\text{setting}} = \%Slope \times I_{\text{restrain}} = 15,39\% \times 1,786 \text{ A} = 0,279 \text{ A}$$

Perhitungan arus *setting* rele *differential* yang diperoleh sebesar 0,279 A

### 3.2.8 Gangguan pada transformator tenaga

Dapat dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah ini :

$$I_f \text{ rele} = I_f \times CT_2 \quad (9)$$

$$I_{2 \text{ fault}} = \frac{I_f \text{ rele}}{I_2} \quad (10)$$

$$I_d = I_{2 \text{ fault}} - I_1 \quad (11)$$

$$I_{2 \text{ fault}} = I_1 + I_d \quad (12)$$

$$I_f \text{ rele} = I_{2 \text{ fault}} \times I_2 \quad (13)$$

$$I_f = I_f \text{ rele} \times CT_2 \quad (14)$$

Keterangan :

$I_f \text{ rele}$  : Arus gangguan yang dideteksi rele (A)

$I_f$  : Arus yang menuju pada rele (A)

$CT_2$  : Rasio  $CT_2$  (A)

$I_2$  : Arus keluaran  $CT_2$  sebelum adanya gangguan (A)

$I_d$  : Arus diferensial (A)

$I_1$  : Arus keluaran  $CT_1$

$I_{2 \text{ fault}}$  : Arus keluaran  $CT_2$  ketika terjadi gangguan (A)

Sisi sekunder tegangan rendah 6 kV dengan arus gangguan sebesar 2000 A :

$$I_f \text{ rele} = I_f \times CT_2$$

$$= 2000 \times \frac{2}{600} = 6,6 \text{ A}$$

$$\begin{aligned} I_{2 \text{ fault}} &= \frac{I_f \text{ rele}}{I_2} \\ &= \frac{6,6}{1,924} = 3,43 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_d &= I_2 - I_1 \\ &= 3,43 - 1,649 = 1,781 \text{ A} \end{aligned}$$

Arus gangguan pada transformator tenaga pada sisi tegangan rendah dengan nilai 2000 A diperoleh hasil keluaran pada  $CT_2$  senilai 1,781 A. Dari hasil ini mengakibatkan rele

*differential* bekerja dan meninterupsi PMT untuk trip dikarenakan rele *differential* lebih besar dari pada arus *setting*.

Sisi sekunder tegangan rendah 6 kV dengan arus gangguan sebesar 1000 A :

$$\begin{aligned} I_f \text{ rele} &= I_f \times CT_2 \\ &= 1000 \times \frac{2}{600} = 3,33 \text{ A} \\ I_{2 \text{ fault}} &= \frac{I_f \text{ rele}}{I_2} \\ &= \frac{3,33}{1,924} = 1,730 \text{ A} \\ I_d &= I_2 - I_1 \\ &= 1,730 - 1,649 = 0,081 \text{ A} \end{aligned}$$

Arus gangguan pada transformator di sisi sekunder tegangan rendah 6 kV dengan nilai 1000 A diperoleh hasil keluaran  $CT_2$  sebesar 0,081 A. hal ini mengakibatkan rele *differential* tidak bekerja dikarenakan nilai arus *diffrential* dibawah batas dari arus *setting*..

Nilai  $I_d$  menjadi 0,274 A yang disebabkan oleh gangguan hubung singkat. Dapat dihitung dengan :

$$\begin{aligned} I_{2 \text{ fault}} &= I_1 + I_d \\ &= 1,649 \text{ A} + 0,274 \text{ A} = 1,923 \text{ A} \\ I_f \text{ rele} &= I_{2 \text{ fault}} \times I_2 \\ &= 1,923 \text{ A} \times 1,924 \text{ A} = 3,699 \text{ A} \\ I_f &= I_f \text{ rele} \times CT_2 \\ &= 3,699 \times \frac{600}{2} = 1.109,95 \text{ A} \end{aligned}$$

Ketika nilai  $I_d$  sebesar 0,274 A maka arus gangguan transformator pada sisi 6 kV sebesar 1.109,95 A. Artinya bahwa batas arus yang di perbolehkan pada sisi 6 kV sebesar 1.109,95 A dan rele akan bekerja jika arus melebihi 1.109,95 A.

#### 4 PENUTUP

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisa yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- Arus rating yang diperoleh dari sisi primer 70 kV sebesar 54,428 A. sedangkan pada sisi sekunder 6 kV sebesar 635,085 A. Hasil tersebut menjadi acuan untuk memilih nilai rasio CT terpasang di transformator daya.
- Hasil perhitungan arus diferensial adalah sebesar 0,279 A



- c. Arus *setting* yang diperoleh dari hasil perhitungan sebesar 0,279 A. Penyetelan *setting* tersebut diharapkan supaya transformator daya bisa beroperasi dengan handal dan meminimalisir gangguan.
- d. Batas maksimal arus nominal yang dapat mengalir pada transformator daya sisi 6kV sebesar 1.109,95 A, ketika melewati batas yang sudah ditentukan maka rele diferensial akan bekerja serta memerintahkan PMT supaya *trip*.

## PERSANTUNAN

Penulis mengucapkan terimakasih kepada :

- a. Allah SWT yang selalu memberi pencerahan sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir tanpa adanya halangan.
- b. Orang tua yang telah menyemangati dan mendukung.
- c. Bapak Aris Budiman yang telah membimbing sampai selesainya tugas akhir ini.
- d. Pembimbing di PLTA Siman
- e. Puji Prasetyo Utomo, Aditya Ramadani, Rosid, Bandung Romadona yang telah memberi motivasi
- f. Teman-teman angkatan 2014 Jurusan Teknik Elektro yang telah membantu pengerjakan tugas akhir penulis.
- g. Doni haves yang telah membantu dan memberi informasi pada penelitian tugas akhir.
- h. Siti khoirya yang selalu mendukung dan selalu mengarahkan penulis dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- El-Bages, M.S. (2011). *Improvement Of Digital Differential Relay Sensitivity For Internal Ground Faults In Power Transformers*. International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering. 3, 1-5.
- Yudha, Armi. (2012, May 9). Transformator daya. Retrieved from <http://armiyudha.blogspot.co.id/2012/05/transformator-daya.html>.
- Bien, Liem Ek., & Helna Dita.(2007). *Studi Penyetelan Relai Diferensial pada Transformator PT Chevron Pasific Indonesia*. Dosen Jurusan Teknik Elektro-FTI, Fakultas Teknik, Universitas Trisakti, Jakarta.
- Phadke, Arun. (2001). *Power System Protection*. The Electric Power Engineering Handbook.

- Raju, K., & Reddy, Ramamohan. (2012). *Differential Relay Reliability Impliment Enhancement of Power Transformer*. International Journal of Modern Engineering Research. 2, 3612-3618.
- Rizki, Alvian Novia., & Sri Sartono, (2014). “Perbaikan Tegangan Sisi Sekunder Transformator Daya 150/20 kV di Gardu Induk Ungaran” Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang
- Paliwal, Nikhil., & Trivedi, A. (2014). *Analysis of Modern Digital Differential Protection for Power Transformer*. International Journal of Interdisciplinary Research and Innovations. 2, 46-53.
- Sukmawidjaja, Maula. (1995). Edisi ke-2. *Teori Soal Dan Penyelesaian Analisa Sistem Tenaga Listrik II*. Jurusan Teknik Elektro, Universitas Trisakti